



## Verkapselung für ein elektrisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung Verkapselung für ein elektrisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung

**Patent number:** DE10006446  
**Publication date:** 2001-08-23  
**Inventor:** PAHL WOLFGANG [DE]; FISCHER WALTER [DE]  
**Applicant:** EPCOS AG [DE]  
**Classification:**  
- **international:** H03H9/10; H01L21/52; H01L23/053  
- **european:** H01L21/50; H03H9/10  
**Application number:** DE20001006446 20000214  
**Priority number(s):** DE20001006446 20000214

**Also published as:**

 WO0159827 (A1)  
 CA2399417 (A1)

**Abstract of DE10006446**

Sensitive component structures (2) can be encapsulated by enclosing them with a frame structure (6) consisting of a light-sensitive reaction resin and covering the latter with another, structured layer of reaction resin after applying an auxiliary film (7). Top structures (10) which fit over the frame structures (6) can be produced e.g., by structured imprinting or photostructuring. The residual parts of the exposed auxiliary film are removed by dissolving or etching.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 06 446 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 03 H 9/10**  
H 01 L 21/52  
H 01 L 23/053

②① Aktenzeichen: 100 06 446.9  
②② Anmeldetag: 14. 2. 2000  
④③ Offenlegungstag: 23. 8. 2001

DE 100 06 446 A 1

⑦① Anmelder:  
EPCOS AG, 81541 München, DE

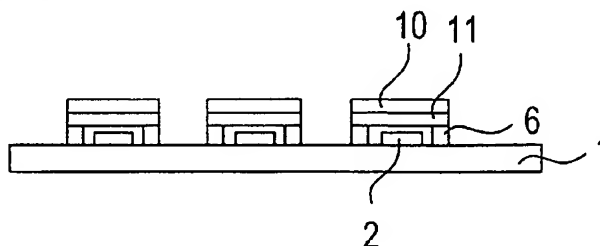
⑦④ Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

⑦② Erfinder:  
Pahl, Wolfgang, 80336 München, DE; Fischer,  
Walter, 81543 München, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verkapselung für ein elektrisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung

⑤⑦ Zur Verkapselung empfindlicher Bauelementstrukturen (2) wird vorgeschlagen, die Bauelementstrukturen mit einer Rahmenstruktur (6) aus einem lichtempfindlichen Reaktionsharz zu umschließen und dieses nach Aufbringen einer Hilfsfolie (7) mit einer weiteren lichtempfindlichen Reaktionsharzschicht (8) abzudecken, aus der durch Photostrukturierung auf die Rahmenstrukturen (6) passende Dachstrukturen (10) herausgebildet werden. Die Reste der frei liegenden Hilfsfolie werden herausgelöst oder heraus geätzt.



DE 100 06 446 A 1

## Beschreibung

Bei der Herstellung elektrischer und elektronischer Bauelemente aus Wafern kann es bereits im Waferstadium, also vor der Vereinzelung in einzelne Bauelemente, erforderlich sein, auf dem Wafer erzeugte empfindliche Bauelementstrukturen mit einer Abdeckung zu versehen. Diese Abdeckung kann zum einen als Schutz vor äußeren Einflüssen im weiteren Herstellungsprozess dienen oder die Grundlage für bestimmte Gehäusetechnologien bilden. Insbesondere kann eine solche Abdeckung einen mechanischen Schutz gegenüber Kratzern und Stößen, einen hermetischen Schutz gegenüber im weiteren Verarbeitungsverfahren eingesetzten Medien oder einen Schutz gegenüber Verunreinigungen, insbesondere gegen die bei miniaturisierten Bauelementen besonders störenden leitfähigen Partikeln darstellen. Auf der Basis dieser Abdeckung kann das Gehäuse vervollständigt werden, beispielsweise durch Vergießen mit Harz, Umpressen mit Kunststoff, Einbau in ein weiteres Gehäuse etc..

Beispielsweise Oberflächenwellenbauelemente weisen besonders empfindliche Bauelementstrukturen auf, die aus fein strukturierten Leiterbahnen ausgebildete Interdigitalwandler und Reflektoren umfassen können. Diese empfindlichen Strukturen dürfen in der Regel nicht mit den genannten Abdeckungen in Kontakt stehen, da andernfalls die Eigenschaften des entsprechenden Oberflächenwellenbauelementes unzulässig und in nicht reproduzierbarer Weise verändert werden können. Eine Abdeckung dieser Strukturen ist nur durch eine einen Hohlraum über den Strukturen ausbildende Verkapselung möglich.

Aus der WO 95/30 276 ist eine Verkapselung für elektrische und elektronische Bauelemente bekannt, die aus einer die Bauelementstrukturen umschließenden Rahmen- und Stützstruktur und einer darauf aufliegenden Abdeckschicht besteht, welche mit dem Rahmen zusammen eine die empfindlichen Strukturen umschließende hermetisch dicht schließende Kappe ausbilden kann. Sowohl Rahmenstruktur als auch Abdeckschicht werden dabei vorzugsweise aus Photoresistmaterial und insbesondere aus Photoresistfolien hergestellt. Dazu werden diese ganzflächig auflaminiert, über eine Maske belichtet und entwickelt. Diese Schritte sind für Rahmenstruktur und Abdeckschicht separat durchzuführen. Insgesamt ist das Verfahren relativ aufwendig und erfordert eine Vielzahl von Verfahrensschritten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Verkapselung empfindlicher Bauelementstrukturen anzugeben, welches einfacher durchzuführen ist und dennoch zu einer sicheren Verkapselung auch empfindlicher Bauelementstrukturen führt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie eine so hergestellte Verkapselung sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht ebenso wie die eben beschriebene bekannte Verkapselung von einer zweiteiligen Verkapselung aus, nämlich einer die Bauelementstrukturen umschließenden Rahmenstruktur und einer darauf aufsitzenden Dachstruktur. Im Unterschied zum bekannten Verfahren wird erfindungsgemäß jedoch sowohl für die Rahmenstrukturen als auch für die Dachstrukturen ein flüssiges lichtempfindliches Reaktionsharz eingesetzt. Nach Ausbilden der Rahmenstrukturen durch Belichten und Entwickeln der ersten Reaktionsharzschicht wird darüber ganzflächig, d. h. nicht nur über das einzelne Bauelement sondern ggf. über den gesamten Wafer eine Hilfsfolie gespannt, die sämtliche auf dem Substrat erzeugten Rahmenstrukturen überdeckt und auf diesen fest haftet. Über der Hilfsfolie wird dann die zweite Reaktionsharzschicht aufgebracht, be-

lichtet und entwickelt. Im letzten Schritt werden die außerhalb der Rahmenstrukturen bzw. zwischen den Dachstrukturen frei liegenden Bereiche der Hilfsfolie entfernt, vorzugsweise durch Auflösen mit einem Lösungsmittel oder durch Behandlung mit einem Plasma.

Von besonderem Vorteil ist dabei, dass das Aufschleudern der flüssigen Reaktionsharze einen einfachen und gut kontrollierbaren Verfahrensschritt darstellt, der einfacher durchzuführen ist als das Auflaminieren von Resistfolien und der insgesamt kostengünstiger ist. Die für die Dachstruktur vorgesehene zweite Reaktionsharzschicht kann dann in einer gewünschten Dicke aufgebracht werden, die eine ausreichende mechanische Stabilität für die Verkapselung gewährleistet. Das Aufbringen weiterer Schichten über dieser Dachstruktur ist dann nicht erforderlich.

Das bildmäßige Belichten von erster und zweiter Reaktionsharzschicht kann dabei jeweils durch Abscannen mit einem Laser, insbesondere mit einem UV-Laser erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass der Prozess in einfacher Weise an variierende Bauelementstrukturen angepasst werden kann und nicht erst aufwendig Photomasken für den Belichtungsprozess erzeugt werden müssen.

In vorteilhafter Weise können parallel zur Herstellung der Rahmenstrukturen in der ersten Reaktionsharzschicht weitere Bauelementstrukturen mit erzeugt werden, insbesondere Dämpfungsstrukturen bei Oberflächenwellenbauelementen. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn das Material der Reaktionsharzschicht akustisch angepasst ist, also eine geeignete Härte und einen geeigneten Elastizitätsmodul aufweist.

Die Entwicklung der Reaktionsharzschichten erfolgt vorzugsweise mit flüssigem Entwickler, je nach verwendetem Harzsystem mit organischen Lösemitteln oder wässrig-alkalisch.

Als Hilfsfolie kann eine dünne Kunststoffolie und insbesondere eine dünne Thermoplastfolie verwendet werden. Diese hat den Vorteil, dass sie sich leicht aufspannen lässt und damit eine ebene Abdeckung über den Rahmenstrukturen erzeugt. Weiterhin lässt sich die Kunststoffolie gut mit den Rahmenstrukturen verbinden, beispielsweise durch Aufkleben, Aufschmelzen oder Aufschweißen.

Das Material für die Kunststoffolie kann dabei so ausgewählt sein, dass es sich einfach wieder entfernen lässt. Insbesondere kann es gut in einem Lösungsmittel löslich sein, welches zum Entfernen der Kunststoffolie in den Bereichen zwischen den Rahmenstrukturen, die nicht zur Abdeckung durch die Verkapselung vorgesehen sind, dienen kann.

Eine entsprechend dünne Kunststoffolie lässt sich auch leicht in einem Plasma abtragen, insbesondere in einem sauerstoffhaltigen Plasma. Dabei wird die Dicke der zweiten Reaktionsharzschicht ausreichend gewählt, um der bei diesem Abtragungsprozess auch auf die zweite Reaktionsharzschicht einwirkenden Auflösung ausreichend Vorhalt zu geben. Als Material für die Kunststoffolie sind insbesondere Polyamid-, PET- oder Polycarbonatfolien geeignet. Die Dicke der Kunststoffolie wird dabei so gewählt, dass sie einerseits möglichst dünn ist, andererseits aber noch ausreichend tragfähig, um die zweite Reaktionsharzschicht ohne zu großes Durchbiegen zu tragen. Üblicherweise sind Foliendicken in der Gegend von 1 µm ausreichend. Es können aber auch dickere Folien bis ca. 20 µm oder dünnere Folien eingesetzt werden, insbesondere solche von 0,5 bis 5 µm Dicke.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazu gehörigen Figuren näher erläutert.

Die Fig. 1 bis 5 zeigen anhand schematischer Querschnitte durch ein zu verkapselndes Bauelement verschie-

dene Verfahrensstufen bei der Herstellung der Verkapselung.

Fig. 9 zeigt das Bauelement während einer Verfahrensstufe in schematischer Draufsicht.

Im Ausführungsbeispiel wird die Verkapselung aktiver und daher empfindlicher Bauelementstrukturen eines Oberflächenwellenbauelementes beschrieben. Die erläuternden Figuren sind nur schematische Darstellungen und daher nicht maßstabsgetreu.

Fig. 1 zeigt ein piezoelektrisches Substrat 1, beispielsweise einen Wafer aus Lithiumtantalat oder Lithiumniobat. Auf der Oberfläche des Substrats 1 werden nun verschiedene Bauelementstrukturen aufgebracht, insbesondere elektrisch leitende Strukturen, beispielsweise eine Metallisierung aus Aluminium. In der Fig. 1 sind nur Teile dieser Metallisierung schematisch dargestellt, nämlich die empfindlichen Bauelementstrukturen 2, die zwar auf einem Wafer angeordnet sind, aber zu unterschiedlichen Bauelementen gehören können. Auf dem Substrat 1 wird über den Bauelementstrukturen 2 nun ganzflächig eine lichtempfindliche Reaktionsharzschicht 3 aufgeschleudert, beispielsweise in einer Dicke von ca. 50 µm. Die Dicke der Reaktionsharzschicht 3 wird dabei so gewählt, dass sie die Dicke der Bauelementstrukturen 2 so weit übertrifft, so dass die Höhendifferenz zwischen Oberkante der Bauelementstrukturen 2 und der Reaktionsharzschicht 3 einen sicheren Abstand für die Abdeckung der Bauelementstrukturen 2 gewährleistet.

Als Reaktionsharz wird bevorzugt ein kationisch initiiert UV-härtbares und lösungsmittelfreies Epoxidharz aufgebracht, welches unter UV-Strahlung härtbar ist. Neben dem kationisch härtbaren Epoxid enthält dieses Reaktionsharz noch einen Photoinitiator oder ein Photoinitiatorsystem, welches an die Belichtungsquelle angepasst ist. Derartige Epoxidharze sind beispielsweise in der DE-A 44 43 946 beschrieben, auf die hier vollinhaltlich Bezug genommen wird. Zur Unterstützung der Härtung kann das Reaktionsharz noch Zusätze enthalten, die bevorzugt basischer Natur sind und aus der Gruppe salzartiger Hydroxide oder organischer Amine ausgewählt sein können.

Fig. 2: Durch scannende Belichtung 4 mit einem UV-Laser werden nun bestimmte Bereiche 5 in der ersten Reaktionsharzschicht 3 belichtet und zumindest angehärtet. Die Belichtung sorgt für einen Löslichkeitsgradienten zwischen belichteten Bereichen 5 und unbelichteten Bereichen der ersten Reaktionsharzschicht 3, die eine Entwicklung mit Hilfe einer Entwicklerlösung erlaubt.

Fig. 3 zeigt das Bauelement nach der Entwicklung. Die belichteten und nach dem Entwickeln verbleibenden Bereiche 6 der ursprünglichen ersten Reaktionsharzschicht 3 bilden geschlossene Rahmenstrukturen 6 aus, die die empfindlichen Bauelementstrukturen 2 umschließen. Ggf. kann auf dieser Verfahrensstufe durch kurzzeitige Temperaturerhöhung eine vollständige Härtung der durch den UV-Laser ggf. nur angehärteten Rahmenstrukturen 6 erfolgen. Die vollständige Aushärtung kann auch vor dem Entwickeln erfolgen.

Über die Rahmenstrukturen 6 wird nun eine dünne Kunststoffolie 7 so gespannt, dass sie auf den Rahmenstrukturen 6 dicht aufliegt. Vorzugsweise wird die als Hilfsfolie verwendete Kunststoffolie 7 über das gesamte Substrat 1 gespannt.

Fig. 4 zeigt, die Anordnung nach dieser Verfahrensstufe. Durch Erhitzen, Verwendung einer mit Kleber beschichteten Folie, durch Laser- oder Reibschweißen oder ähnliche Maßnahmen wird eine haftende Verbindung zwischen der Folie 7 und den Rahmenstrukturen 6 herbeigeführt.

Auf die Hilfsfolie 7 wird anschließend eine Schicht 8 eines ebenfalls lichtempfindlichen flüssigen Reaktionsharzes

ganzflächig aufgeschleudert. Vorzugsweise wird das gleiche Harz wie für die erste Reaktionsharzschicht verwendet. Die Dicke dieser zweiten Reaktionsharzschicht 8 wird dabei so gewählt, dass sie erheblich über der Dicke der Kunststoffolie 7 liegt. Fig. 5 zeigt die Anordnung nach diesem Verfahrensschritt.

Auch in der zweiten Reaktionsharzschicht 8 wird nun eine strukturierende Belichtung zur Erzeugung gehärteter Bereiche 9 erzeugt, die analog zur Belichtung der ersten Reaktionsharzschicht 3 ebenfalls durch eine scannende UV-Laserbestrahlung vorgenommen wird. Die dabei gehärteten Bereiche 9 sind so angeordnet, dass sie zu den Rahmenstrukturen 6 passende und mit deren äußerem Umfang abschließende Dachstrukturen ausbilden (s. Fig. 6).

Fig. 7: Ggf. wird nun ein weiterer Temperaturschritt durchgeführt, um die Härtung in den Bereichen 9 zu vervollständigen. Anschließend werden mit einem flüssigen Entwickler, je nach verwendetem Harzsystem mit organischen Lösungsmitteln oder wässrig-alkalisch, die unbelichteten Bereiche der zweiten Reaktionsharzschicht 8 entfernt, wobei die Dachstrukturen 10 verbleiben.

Im nächsten Schritt werden nun die von den Dachstrukturen 10 nicht bedeckten Bereiche der Kunststoffolie 7 entfernt, beispielsweise durch eine kurzzeitige veraschende Behandlung in einem geeigneten, z. B. sauerstoffhaltigen Plasma. Bei diesem Ätzschritt werden die freiliegenden unbedeckten Bereiche der Kunststoffolie 7 vollständig entfernt. Gleichzeitig findet ein teilweiser Schichtabtrag der Dachstrukturen 10 statt. Fig. 8 zeigt als Ergebnis die vollständig verkapselte Bauelementstrukturen 2, wobei die Verkapselung aus der Rahmenstruktur 6 und der Dachstruktur 10 mit dazwischen liegenden Resten der Hilfsfolie 11 besteht. Die Bauelementstrukturen 2 sind nun hermetisch versiegelt und beispielsweise gegen weitere aggressive Verfahrensschritte geschützt. Möglich ist es auch, die Bauelemente auf dieser Stufe zu vereinzeln, indem das Substrat 6 zwischen den Bauelementstrukturen bzw. den Verkapselungen zerteilt wird, was beispielsweise durch Sägen erfolgen kann.

Fig. 9 zeigt in einer schematischen Draufsicht die Anordnung der Rahmenstrukturen 6 um die empfindlichen Bauelementstrukturen 2, die hier nur schematisch in Form eines Mäanders dargestellt sind. Die empfindlichen Bauelementstrukturen können über Leiterbahnen mit elektrischen Anschlussflächen 12 auf dem Substrat 1 verbunden sein. Die Rahmenstruktur 6 wird dann so angeordnet, dass die empfindlichen Bauelementstrukturen 2 umschlossen sind, die Anschlussflächen 12 ggf. samt Teilen der elektrischen Zuleitungen dafür aber außerhalb der Rahmenstruktur 6 liegen. Ein Teil der elektrischen Zuleitungen wird dabei von der Rahmenstruktur überdeckt. Nach dem Aufbringen der Dachstrukturen 11, 10, die in ihren Außenbegrenzungen mit dem Umfang der Rahmenstrukturen 6 überein stimmen, bleiben dann auch die elektrischen Anschlussflächen 12 zugänglich und können von außen kontaktiert werden. Dies kann beispielsweise durch Flip-Chip-Bonden erfolgen, wobei die Anschlussflächen 12 über sog. Bumps mit einer Basisplatte verbunden werden. Möglich ist es jedoch auch, die Verbindung des Bauelementes über die Anschlussflächen 12 mit Hilfe von Bonddrähten vorzunehmen.

Bevorzugt ist die weitere Verarbeitung mittels Flip-Chip-Bonden, bei der die empfindlichen Bauelementstrukturen auf der zur Basisplatte gewandten Oberfläche des Substrats liegen, und dadurch zusätzlich geschützt werden. Durch zusätzliches Abdichten der Zwischenräume zwischen Substrat 1 und Basisplatte (in der Figur nicht dargestellt) kann das Bauelement weiter versiegelt werden.

Obwohl die Erfindung nur anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie nicht auf dieses beschränkt.

Vielmehr ist möglich, mit Hilfe der Erfindung auch andere Bauelemente zu verkapseln, wobei auch andere Substratmaterialien, andere Reaktionsharze oder eine andere Art der Belichtung eingesetzt werden können. Die Art des zu verkapselnden Bauelements beziehungsweise der zu verkapselnden Bauelementstrukturen bestimmt dabei auch die geometrische Dimension der Verkapselung, die in weiten Bereichen variiert werden kann.

#### Patentansprüche 10

1. Verfahren zur selektiven Verkapselung empfindlicher Bauelementstrukturen (2) auf elektrischen Bauelementen mit den Schritten
  - Ganzflächiges Aufschleudern einer flüssigen lichtempfindlichen ersten Reaktionsharzschicht (3) auf die die empfindlichen Bauelementstrukturen aufweisende Oberfläche des Bauelement-Substrates (1) 15
  - Bildmäßiges Belichten und Entwickeln der ersten Reaktionsharzschicht, wobei eine die Bauelementstrukturen (2) umschließende Rahmenstruktur (6) verbleibt 20
  - Aufspannen einer Hilfsfolie (7) über sämtlichen Rahmenstrukturen (6) des Substrats (1) 25
  - Ganzflächiges Aufschleudern einer flüssigen lichtempfindlichen zweiten Reaktionsharzschicht (8) auf die Oberfläche der Hilfsfolie (7)
  - Bildmäßiges Belichten und Entwickeln der zweiten Reaktionsharzschicht, wobei mit den Rahmen (6) abschließende und mit diesen zusammen einen Hohlraum bildende Dachstrukturen (10) verbleiben 30
  - Entfernen der Hilfsfolie (7) in den freiliegenden Bereichen zwischen den Dachstrukturen (10) 35
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das bildmäßige Belichten von erster und/oder zweiter Reaktionsharzschicht (3, 8) durch Abscannen mit einem Laser (4) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Entwicklung der belichteten Reaktionsharzschichten (3, 8) mit einem flüssigen Entwickler erfolgt. 40
4. bei dem als Hilfsfolie (7) eine dünne Kunststoffolie verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, bei dem die Hilfsfolie (7) mit den Rahmenstrukturen (6) verklebt oder verschweißt wird. 45
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei dem das Entfernen der zwischen den Dachstrukturen freiliegenden Hilfsfolie (7) durch eine veraschende Behandlung mit einem Plasma erfolgt. 50
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5 bei dem das Entfernen der zwischen den Dachstrukturen freiliegenden Hilfsfolie (7) durch Behandlung mit einem Lösungsmittel für die Hilfsfolie erfolgt. 55
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–7, bei dem beim bildmäßiges Belichten und Entwickeln der ersten Reaktionsharzschicht (3) zusätzlich zu den Rahmenstrukturen (6) noch Dämpfungsstrukturen herausgebildet werden. 60
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–8, bei dem die Hilfsfolie (7) ausgewählt ist aus Polyamid-, PET- oder Polycarbonatolie und eine Dicke von 0,5–5 µm aufweist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–9, bei dem erste und zweite Reaktionsharzschicht (3, 8) ein UV-härtbares Epoxidharz umfassen. 65
11. Verkapselung für ein elektrisches Bauelement mit

empfindlichen Bauelementstrukturen (2) auf einem Substrat (1),

- mit einer die empfindlichen Bauelementstrukturen umschließenden Rahmenstruktur (6) aus einem gehärteten Reaktionsharz auf dem Substrat und
- mit einer Kappe, die die Rahmenstruktur (6) abdeckt und mit dieser einen Hohlraum ausbildend abschließt, bestehend aus einer Kunststoffolie (11) und einer darüber angeordneten gehärteten Reaktionsharzschicht (10).

12. Verkapselung nach Anspruch 11, bei der die Kunststoffolie (7) einen Thermoplasten umfasst, ausgewählt aus Polyamid-, PET- oder Polycarbonat.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig 1

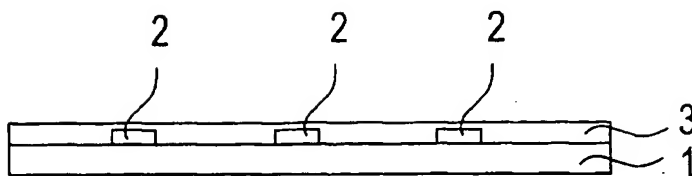


Fig 2

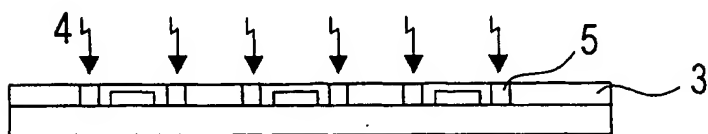


Fig 3

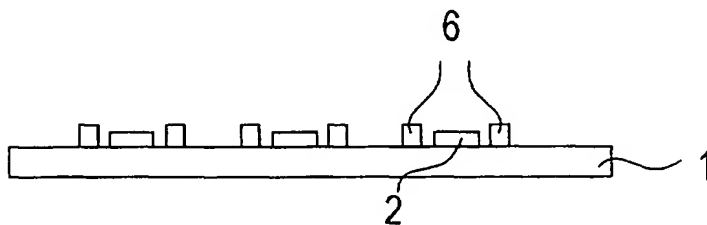


Fig 4

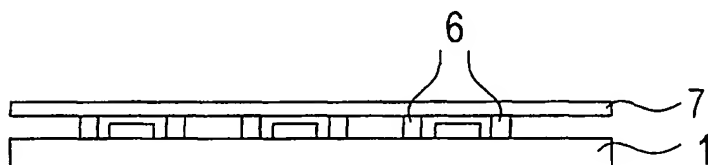


Fig 5

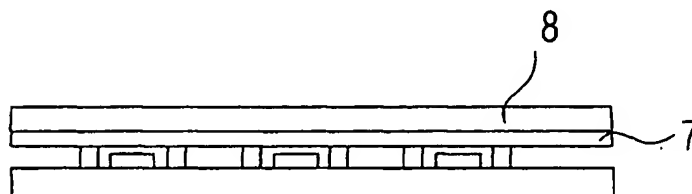


Fig 6

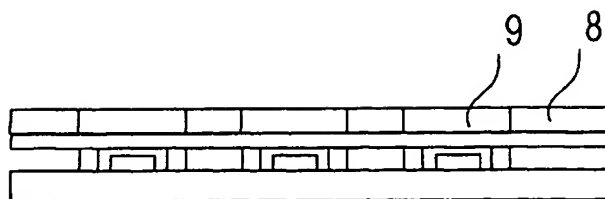


Fig 7

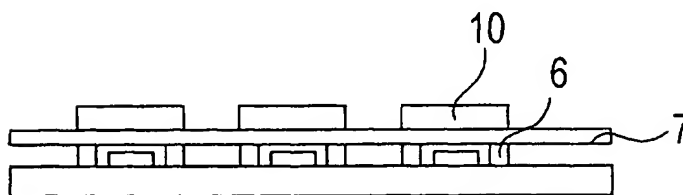


Fig 8

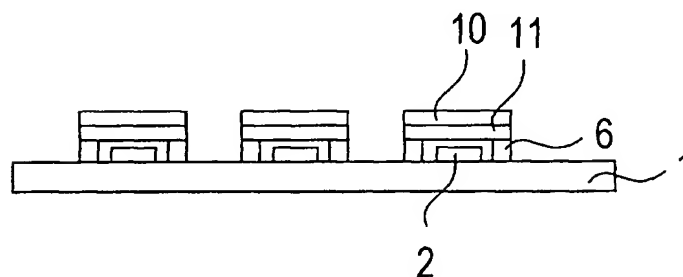


Fig 9

